

Braunschweigische
Wissenschaftliche Gesellschaft

Jahrbuch 2015

Sonderdruck
Seiten 222–231



J. CRAMER Verlag · Braunschweig
2016

Forschung für den Verkehr der Zukunft mit der Anwendungsplattform Intelligente Mobilität*

KARSTEN LEMMER

Direktor des Instituts für Verkehrssystemtechnik im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Lilienthalplatz 7, D-38108 Braunschweig,
E-Mail: karsten.lemmer@dlr.de

DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik

Die Mobilität von morgen nachhaltig zu gestalten, ist das Ziel der Forschung im Institut für Verkehrssystemtechnik. In interdisziplinären Teams entwickeln etwa 170 Wissenschaftler/innen an den Standorten Braunschweig und Berlin kundenorientierte Lösungen für mehr Sicherheit und Effizienz des straßen- und schienegebundenen Verkehrs. Die Arbeiten konzentrieren sich auf Automotive- und Bahnsysteme, Intermodalität und ÖPNV sowie auf das Verkehrsmanagement.

Für das System Bahn forscht das Institut für eine sichere und wirtschaftliche Betriebsführung und den optimalen Einsatz von Leit- und Sicherungstechnik. Dabei werden Fragen der Sicherheit und der Verfügbarkeit der Systeme genauso betrachtet wie Einführungsstrategien. Mit dem Bahnlabor RailSiTe[®] werden Leit- und Sicherungstechnik sowie Betriebskonzepte analysiert und Tests zu Konformität, Interoperabilität und zum Faktor Mensch im System durchgeführt.

Für sicheren und effizienten Straßenverkehr wird ein menschenzentrierter Ansatz verfolgt. Aus Untersuchungen zum Fahrerverhalten werden Anforderungen abgeleitet und unter psychologischen und ergonomischen Gesichtspunkten in Assistenzfunktionen umgesetzt, die den Fähigkeiten und Erwartungen des Fahrers entsprechen. In Fahrversuchen, sowohl in Simulation als auch im Realverkehr, werden die Funktionen hinsichtlich ihrer Robustheit, Wirksamkeit und Akzeptanz überprüft.

Für ein effizienteres Verkehrsmanagement werden neue Konzepte zu Erfassung, Organisation und Betrieb von Verkehr erarbeitet. Methoden zum Monitoring von Verkehr liefern eine Grundlage für innovative Steuerungsverfahren, Prognosen

* Der Vortrag wurde am 12.06.2015 in der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

und Simulationen zur Bewertung von Maßnahmen. Ein Schwerpunkt liegt auf dem Management großer Verkehrssysteme (z.B. Ballungsräume, Großereignisse).

Darüber hinaus forscht das Institut an innovativen Lösungen für verkehrsträgerübergreifendes Reisen sowie für mehr Komfort und Wirtschaftlichkeit im öffentlichen Personennahverkehr.

Vielfältige Großanlagen unterstützen die Forschungen. Unter anderem bietet die Anwendungsplattform Intelligente Mobilität (AIM) ein umfassendes Instrumentarium von der empirischen Datenerhebung über Tests im Labor bis zur Erprobung im Feld. AIM beinhaltet Simulationen genauso wie Installationen im Stadtgebiet Braunschweig.

Anwendungsplattform Intelligente Mobilität

Mit der Anwendungsplattform Intelligente Mobilität (AIM) ist eine deutschlandweit einzigartige Großforschungsanlage entstanden, die das komplette Spektrum der Verkehrsforschung abbilden kann. Je nach Fragestellung wird die Basisinfrastruktur ständig erweitert und an neue Aufgaben angepasst. So können wissenschaftliche Einrichtungen, aber auch kleine, mittelständische und große Unternehmen individuell an „ihren“ Themen forschen und ihre Inventionen in Innovationen umsetzen. Der Aufbau von AIM wird wesentlich durch die Stadt Braunschweig unterstützt und mit über 15 Mio. Euro durch die Helmholtz-Gemeinschaft sowie das Land Niedersachsen aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung gefördert.

Ziel von AIM: Die Mobilität der Zukunft gestalten

Das übergeordnete Ziel – und zugleich ohnehin der gesellschaftliche Auftrag für die DLR-Verkehrsforschung – lautet: Die Mobilität der Zukunft gestalten. Die Anwendungsplattform Intelligente Mobilität unterstützt die Forschung bei ihrer Suche nach intelligenten Lösungen für die zukünftige Mobilität. Dabei sind zum einen neue Mobilitätskonzepte gefragt, wo sich neue Nachfragestrukturen entwickeln oder technologischer Fortschritt neue Potentiale eröffnet. Zum anderen wird aber auch ein bodenständiger Ansatz mit kurz- bis mittelfristigem Realisierungshorizont verfolgt, der die Optimierung des bestehenden Verkehrssystems im Blick hat.

AIM ist eine Plattform

Zentrales Wesensmerkmal von AIM ist der Plattformcharakter: AIM ist eine Plattform, die eine Basis bietet, auf der Forschungen für unterschiedlichste The-

men aufbauen können. Inhaltlich ist AIM auf fünf Forschungsschwerpunkte ausgerichtet: Verkehrsfluss, Intermodale Mobilität, Mobilitätskonzepte, Markteinführung und Migration, Mobilitätsbewusstsein. Aus diesen Bereichen und daran anknüpfend kann mit AIM ein breites Spektrum an Themen abgedeckt werden. Methodisch wird die Plattform erkennbar in der Verknüpfung der einzelnen Bausteine untereinander, die sowohl eine separate Nutzung ermöglichen als auch umfassende Betrachtungen von Forschungsfragen unter Nutzung mehrerer Anlagen. So können beispielsweise verschiedene Simulationsmodelle für empirische Studien integriert genutzt und auch mit Probandenstudien und Untersuchungen im Feld kombiniert werden. Kritische Situationen im Verkehrsablauf – an Kreuzungen und Bahnübergängen – können dadurch bereits frühzeitig in der Entwicklung zukünftiger Assistenzsysteme berücksichtigt werden. Technologisch spiegelt sich der Plattformcharakter im vielfältigen Portfolio der technologischen Möglichkeiten sowie in standardisierten Schnittstellen wider, die eine flexible Erweiterung ermöglichen.

Effiziente vielfältige Nutzung durch flexiblen, langfristigen Betrieb

Die Plattform ist langfristig ausgelegt und „wächst mit ihren Aufgaben“. Die einzelnen Bausteine in AIM können für Folgeprojekte wiederverwendet und um weitere Bausteine projektgetrieben ergänzt werden. Durch die langfristige Nutzung entsteht ein besonderer Mehrwert: Funktionen und Komponenten sind bereits vorhanden und im Betrieb bewährt, Partnerschaften sind etabliert. So liegen z.B. behördliche Genehmigungen bereits vor oder können effizient erwirkt werden, so dass einige Hürden für Aufbauten und Studiendurchführungen auch im öffentlichen Verkehrsraum bereits genommen sind. AIM ist somit als Enabler oder Katalysator zu verstehen: Projekte können schneller, kostengünstiger und effizienter durchgeführt werden. Insbesondere mit den Testmöglichkeiten im realen Verkehr kann AIM auf diese Weise die Überführung in Produkte beschleunigen.

Anwendungen für Mobilität statt „Elfenbeinturm“

Forschung und Entwicklung für konkrete Anwendungen stehen im Fokus von AIM. Das beinhaltet das Verstehen verkehrlicher Phänomene als wissenschaftliche Basis genauso wie die Entwicklung und Erprobung von innovativen Technologien. Entsprechend steht AIM nicht nur für die Nutzung durch die Wissenschaftler von DLR, Forschungseinrichtungen und Universitäten offen, sondern auch für die Wirtschaft von den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der OEMs über die Zulieferindustrie bis zu kleinen und mittelständischen Unternehmen.

Was unterscheidet AIM von konventionellen Testfeldern?

AIM hebt sich in mehrerlei Hinsicht von konventionellen Testeinrichtungen ab. Ein Kernelement ist die Integration wesentlicher Anteile im realen Umfeld einer Stadt sowie ausgewählter umliegender Regionen, spezieller Teststrecken und eines leistungsfähigen Instrumentariums zur Simulation und Beeinflussung großräumiger (z.B. Verkehrsflüsse) und mikroskopischer (z.B. Fahr- bzw. Fahrerverhalten) Aspekte von Verkehr und Mobilität. Dies alles formt zusammen ein überaus facettenreiches Verkehrsgeschehen für eine breite, verkehrsträgerübergreifende Verkehrsforschung. Die Vernetzung und Kombination von Bausteinen im öffentlichen Verkehr mit solchen in der Simulation ist ein weiterer Mehrwert von AIM. Die bereits geschilderte projektgetriebene Erweiterbarkeit sowie langfristige Ausrichtung über einzelne Projekte hinaus bilden ein besonderes Alleinstellungsmerkmal.

Konventionelle Ansätze	AIM-Plattform-Konzept	Vorteile
kleinräumiges Testfeld	Stadt und Region Braunschweig	• Untersuchung von Einflüssen und Wechselwirkungen im Gesamtverkehrssystem
nicht öffentlich zugänglich	im öffentlichen Straßenraum	• realitätsnahe Forschung → Übertragbarkeit • Transfer von Forschungsergebnissen in Produkte
unimodal	Verkehrsträger-übergreif	• Möglichkeit zur Untersuchung neuartiger intelligenter Mobilitätsdienste (Inter-/ Multimodalität)
Diskrepanz Simulation/Realität	Konvergenz Simulation/Realität	• valide Ergebnisse vorzeitiger Prototypentests • Prognose zukünftigen Verkehrsgeschehens
„monolithische“ Struktur	Serviceorientierte Architektur	• Risikoreduktion durch Einsatz getesteter Dienste • Wiederverwendbarkeit (Kosten- und Zeitersparnis)
Betrieb im singulären Projekt	Betrieb bis > 2025	• vorhandene verkehrsbehördliche Genehmigungen • Wiederverwendung vorh. Infrastruktur / Funktionen

Abb. 1: Vorteile von AIM gegenüber konventionellen Ansätzen.

Das Portfolio der Bausteine

Am besten zu vergleichen ist AIM mit einem Baukasten, der sich durch ein hohes Maß an Flexibilität auszeichnet. Die Kombinationsmöglichkeit der einzelnen Bausteine von AIM ist ein wesentliches Merkmal dieses Baukastens. Beispielsweise können verschiedene Simulationsmodelle für Probandenstudien kombiniert werden. Damit können kritische Situationen im Verkehrsablauf – an Kreuzungen und Bahnübergängen – bereits frühzeitig in der Entwicklung zukünftiger Assistenzsysteme berücksichtigt werden. Darüber hinaus lassen sich die Bausteine zu einem vollständigen Arbeitsfluss kombinieren. AIM ermöglicht

	Empirische Datenerhebung	Virtuelle Abbilder	Simulation zu Realität	Erprobung im Feld	Bereitstellung von Daten
semistationäre messtechnische Einrichtungen	•			•	
Forschungskreuzung	•			•	
Fahrzeugflotte	•			•	
Virtuelle Verkehrsmanagementzentrale		•	•		
MoSAIC			•		
Modulares Mockup			•		
Straßenbahnsimulator			•		
Referenzstrecke				•	
Datendienste	•	•	•	•	•
Backend	•	•	•	•	•

Abb. 2: AIM-Technologiebausteine für die gesamte Kette der Verkehrsforschung

die bruchlose Verknüpfung empirischer Datenerhebungen und Simulationsuntersuchungen bis hin zu einer schrittweisen Überführung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Realität.

Eine Forschungskreuzung, ein Forschungsbahnübergang sowie weitere mobile Aufbauten erlauben die Erfassung von Fahrzeugbewegungen von kreuzenden Verkehren. Eine Flotte von speziell ausgerüsteten Fahrzeugen erlaubt die kampagnenspezifische Untersuchung intelligenter Verkehrssysteme und individuellen Fahrerverhaltens.

AIM verfügt über virtuelle Abbilder des Testfeldes im öffentlichen Straßenraum, die in Simulatorstudien genutzt werden können. Die virtuellen Referenzstrecken schaffen einen Rahmen für die Entwicklung neuer Konzepte der Assistenz und Automation für Straße und Schiene. Ampeln, Bäume und die Daten der Bebauung liefern ein realitätsnahes Bild in der Simulation. Das gewährleistet wiederum die Übertragbarkeit der Forschungsergebnisse von der Simulation zurück in die Realität.

Die sichtbarsten Elemente von AIM sind die Anlagenteile für die praktische Erprobung auf der Straße. Der gesamte Braunschweiger Innenstadtring ist mit hochentwickelter Technik für die Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation ausgestattet. An der Ecke Rebenring/Hagenring befindet sich unübersehbar die Forschungskreuzung mit einem Multi-Kamera- und einem Multi-Radar-System. Die aufgebaute Sensorik und die Verarbeitungs- und Fusionssoftware ermöglichen dort die Erfassung, Verfolgung, Prädiktion und Klassifikation der motorisierten Verkehrsteilnehmer, die sich auf der Kreuzungsinnenfläche befinden.

Das Institut für Verkehrssystemtechnik verfügt über eine umfangreiche Expertise zum Datenmanagement. AIM gewährleistet die strukturierte Auswertung der auf der Straße und in den Simulatoren erhobenen Daten. Alle erhobenen Daten, die beispielsweise in der Forschungskreuzung gesammelt werden, werden anonymisiert und ausschließlich zu Forschungszwecken verwendet.

Beispiel: AIM-Forschungsbahnübergang

Der Forschungsbahnübergang dient der Erfassung und Klassifikation von motorisiertem und nicht-motorisiertem Verkehr. Schienenseitig werden dazu auch der Sicherungszustands des Bahnübergangs sowie Zugdurchfahrten erkannt. Der Forschungsbahnübergang wird genutzt zur Analyse des natürlichen Verhaltens von Verkehrsteilnehmern über einen beliebigen Zeitraum und kann außerdem atypische Ereignisse automatisch detektieren. Darüber hinaus bildet der Forschungsbahnübergang eine flexible Basis für die Validierung von Systemen zur Erhöhung der Sicherheit.



Abb. 3: Kamerasystem erfasst Rotlichtverstoß eines LKW am AIM-Forschungsbahnübergang.

Ein Beispiel für solch ein System ist PeriLight zur effektiven Blicklenkung am Bahnübergang durch periphere Lichtreize. Ein Großteil der Unfälle an Bahnübergängen, insbesondere an nicht-technisch gesicherten, resultiert aus dem Fehlverhalten der Straßenteilnehmer, das zeigen Angaben der Deutschen Bahn ebenso wie eine eigens hierzu durchgeführte Studie des DLR. Zwei Drittel aller Probanden in der Studie blickten vor Überfahren eines Bahnübergangs weder nach links noch nach rechts, um sich zu vergewissern, dass kein Zug herannaht. Entsprechend ist das Ziel von PeriLight, die Aufmerksamkeit des Autofahrers auf einen möglicherweise herannahenden Zug zu ziehen. Dazu lösen 60 bis 80 Meter vor dem Bahnübergang Sensoren an der Straße zwei LED-Blitzlichtquellen aus, die 40 bis 60 Meter links und rechts neben den Gleisen aufgestellt sind

und zehn stroboskopartige Lichtpulsationen ausgeben. Eine Studie zur Wirksamkeit von PeriLight belegte eine Vervielfachung der Anzahl der Blicke um das vier- bis fünffache. In Folgeprojekten wird PeriLight, das im Projekt OptiSiLK entwickelt wurde, nun als Zusatz zur Bahnsicherung weiterentwickelt.

Beispiel: AIM-Forschungskreuzung

Die Forschungskreuzung ist eines der sichtbarsten Elemente von AIM im Braunschweiger Stadtgebiet. An der Ecke Rebenring/Hagenring dient hier der Verkehr auf 19 Fahrstreifen der Analyse von Verkehrssituationen. Die Forschungskreuzung ist ein Messinstrument für verkehrliche Prozesse, vor allem für (Langfrist-)erhebungen natürlichen Fahrverhaltens. Dabei stehen Fragen im Zentrum wie die nach der Funktionsweise von insbesondere urbanem Verkehr, relevanten Mechanismen und Wirkgrößen sowie Prozessen und Wechselwirkungen. Dazu wird das Verkehrsgeschehen der rund 40.000 Fahrzeuge pro Tag, von Fußgängern und Radfahrern auf mikroskopischer Ebene online erfasst mit einer hohen Betriebsbereitschaft unabhängig von Zeitpunkt und Witterung (24/7-Betrieb). Die Forschungskreuzung ist mit Fusionssystem ausgestattet bestehend aus 8 Monokameras, 4 24GHz-Radars, 4 Stereokamerasystemen und verfügt über künstliche Infrarot-Beleuchtung. Damit kann der Zustand von Verkehrsteilnehmern (Zeitstempel, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Abmessungen, Klassifikation) erfasst werden, ihre Trajektorien ermittelt sowie Szenenvideos aufgenommen werden. Dies ermöglicht die automatische Online-Situationsanalyse ebenso wie die Untersuchung von verkehrlicher Interaktion oder die Analyse und Vorhersage von kritischen Fahrsituationen. Nicht zuletzt dient die Forschungskreuzung auch als Referenzsystem für neue Erkennungsalgorithmen. Ein besonderer Fokus liegt auf der Analyse von kritischen Situationen und Bei-

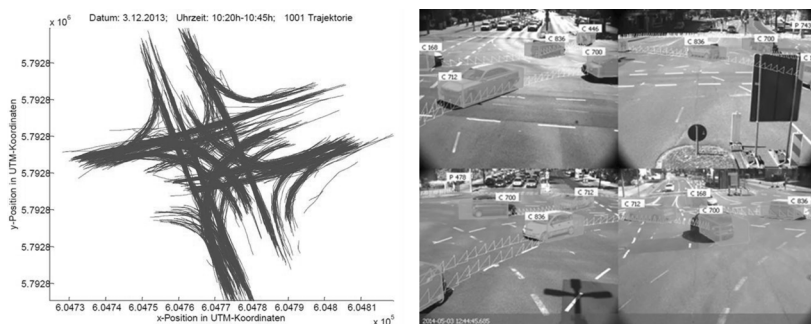


Abb. 4: Trajektorien und Videodaten der AIM-Forschungskreuzung.

naheunfällen, bei denen kritischen Werte von Metriken (z.B. Time to Collision, Encroachment Time, Gap Time) erreicht werden.

Anwendungsbeispiel: Kooperative Assistenz und Automation

Verkehrsteilnehmer interagieren miteinander. Um die Mobilität für jeden Einzelnen aber auch den Verkehrsfluss zu optimieren, Unfälle, Staus, Spritverbrauch und Emissionen zu reduzieren, müssen auch assistierte oder automatisierte Fahrzeuge, Verkehrsteilnehmer und sogar die Infrastruktur miteinander kommunizieren. So können alle von dem Mehr an Informationen profitieren, das durch Erfassungs- und Kommunikationstechnik ermittelt und verteilt werden kann. Beispiele für solche kooperativen Assistenz- und Automationssysteme sind ein kooperativer Spurwechselassistent, eine kooperative Bevorrechtigung für den Öffentlichen Personennahverkehr beim Fahrstreifenwechsel oder ein Grüne-Welle-Assistent. Zur Identifikation von Ansatzpunkten für kooperative Systeme kommen in AIM beispielsweise die Forschungskreuzung, der Forschungsbahnübergang, mobile Analyseeinheiten oder Untersuchungen in der Fahrsimulation zum Einsatz. Für die Entwicklung und Erprobung kooperativer Assistenz führt der erste Weg in die Simulation: Hierfür steht in AIM insbesondere das kooperative Simulationslabor MoSAIC zur Verfügung, bei dem mehrere Probanden in miteinander gekoppelten Simulatoren in derselben Fahrsituation miteinander agieren. Auch andere Fahrsimulatoren sowie ein Straßenbahnsimulator können dabei einbezogen werden. Für die Erprobung im Feld beinhaltet AIM eine Referenzstrecke für Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation, die sich über den gesamten Braunschweiger Innenstadtring erstreckt und 35 mit Kommunikati-



Abb. 5: AIM-Referenzstrecke: ausgestattete Kreuzungen am Braunschweiger Innenstadtring (links), Kommunikationstechnik an einer Kreuzung (rechts)

onstechnik ausgestattete Kreuzungen beinhaltet. Mobile Aufbauten mit Kommunikationstechnik ergänzen die Referenzstrecke auf anderen Straßenabschnitten.

Zusammenfassung

Mit der Anwendungsplattform Intelligente Mobilität ist eine einzigartige Forschungsplattform entstanden, die die Erforschung und Erprobung eines breiten Themenspektrums zur Mobilität mit einem umfassenden, kombinierbaren Instrumentarium unterstützt. AIM wird nicht nur vom DLR genutzt (z.B. in den BMWi-Projekten UR:BAN und PEGASUS), sondern steht auch für Forschung und Entwicklung aus Wissenschaft und Wirtschaft zur Verfügung. Für die Zukunft ist ein weiterer Ausbau von AIM in Richtung Autobahnen in Vorbereitung.

Literatur

SCHNIEDER, L., W. WANG, C. LACKHOVE, J. GRIPPENKOVEN & K. LEMMER (2015): Der Forschungsbahnübergang – eine Forschungsinfrastruktur zur Untersuchung beobachtbaren Verhaltens von Straßenverkehrsteilnehmern. – ZEVrail - Zeitschrift für das gesamte System Bahn, 139(3):73–81. Georg Siemens Verlag GmbH & Co. KG. ISSN 1618-8330.

SCHNIEDER, L. (2015): Aufbau einer multimodalen Verkehrsdatenplattform von Stadt und Region Braunschweig. – ZEVrail - Zeitschrift für das gesamte System Bahn, 139(3): 99–106. Georg Siemens Verlag GmbH & Co. KG. ISSN 1618-8330.

KNAKE-LANGHORST, S., K. GIMM & F. KÖSTER (2015): AIM Forschungskreuzung – Baustein für den Aufbau von kooperativer Fahrerassistenz und Automation. 16. Symposium Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel (AAET), Seiten 138–152. 12.-13. Februar 2015, Braunschweig. ISBN 978-3-937655-34-5.

GRIPPENKOVEN, J., L. SCHNIEDER & A. NAUMANN (2015): Aufbau eines modularen Straßenbahnführerstands für simulationsbasierte Arbeitsplatzuntersuchungen. – ZEVrail - Zeitschrift für das gesamte System Bahn, 139(5):171–177. Georg Siemens Verlag GmbH & Co. KG. ISSN 1618-8330.

SCHNIEDER, L. & R. KRENKEL (2015): Betreibermodell einer Forschungsinfrastruktur für die Entwicklung intelligenter Mobilitätsdienste im realen Verkehrsumfeld. 16. Symposium Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel (AAET), Seiten 108–116. 12.-13. Februar 2015, Braunschweig. ISBN 978-3-937655-34-5.

SCHNIEDER, L., J. GRIPPENKOVEN, W. WANG & C. LACKHOVE (2015): Untersuchung beobachtbaren Verhaltens von Straßenverkehrsteilnehmern am Forschungsbahnübergang Braunschweig-Bienrode. 16. Symposium Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel (AAET), Seiten 138–152. 12.-13. Februar 2015, Braunschweig. ISBN 978-3-937655-34-5.

JÄGER, H. & L. SCHNIEDER (2015): Technologische Maßnahmen zur Einhaltung datenschutzrechtlicher Bestimmungen bei der Einführung kooperativer Fahrerassistenzsysteme. – Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 61(3):139–145. Kirschbaum Verlag. ISSN 0044-3654.

GRIPPENKOVEN, J.D., L. SCHNIEDER & A. NAUMANN (2014): Simulator zur Untersuchung von Straßenbahnfahrer-Arbeitsplätzen. – Der Nahverkehr, 32(11):61–64. Alba Fachverlag. ISSN 0722-8287.

SCHEIER, B., S. SCHÖNE & S. DIETSCH (2014): Assistenz zur Anschlusssicherung im intermodalen Verkehr mittels Echtzeitdaten. – ZEVrail - Zeitschrift für das gesamte System Bahn (6-7): 224–230. Georg Siemens Verlag GmbH & Co. KG. ISSN 1618-8330.

SCHNIEDER, L., K. LEMMER, J. GRIPPENKOVEN, W. WANG, & C. LACKHOVE (2013): Aufbau eines Forschungsbahnübergangs im Rahmen der Anwendungsplattform Intelligente Mobilität. – SIGNAL + DRAHT (06/2013):25–28. DVV Media Group GmbH. ISSN 0037-4997.

SCHNIEDER, L. & S. ARNDT (2013): Requirements Management für die „Anwendungsplattform Intelligente Mobilität“ – semantische Optimierung durch terminologische Analysen. Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel (AAET), Seiten 84–101. AAET 2013, 6. -7. Februar 2013, Braunschweig. ISBN 978-3-937655-29-1.

FRANKIEWICZ, T., L. SCHNIEDER & F. KÖSTER(2012): Application platform for Intelligent Mobility - Test site architecture and Vehicle2X communication setup. Konferenzband. ITS World Congress, 22.-26.10.2012, Wien, Österreich.

SCHNIEDER, L. & K. LEMMER (2012): Anwendungsplattform Intelligente Mobilität - eine Plattform für die verkehrswissenschaftliche Forschung und die Entwicklung intelligenter Mobilitätsdienste. – Internationales Verkehrswesen (04/2012):62–63. DVV Media Group GmbH. ISSN 0020-9511.

KÖSTER et al. (2011): Anwendungsplattform Intelligente Mobilität – Dienstespektrum und Architektur. AAET – Automatisierungssysteme, Assistenzsysteme und eingebettete Systeme für Transportmittel, 9.-10. Februar 2011, Braunschweig.